



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    2 月 1 2 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 3 3 9 9 0  
Application Number:

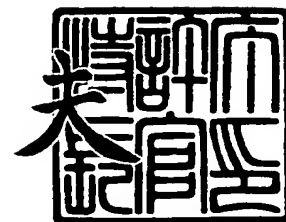
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 3 3 9 9 0 ]

出      願      人                      ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー・カンパニー・エルエルシー  
Applicant(s):                      電機資材株式会社

2 0 0 3 年    8 月 2 7 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



出 証 番 号    出 証 特 2 0 0 3 - 3 0 6 9 9 7 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 16NM02167

【提出日】 平成15年 2月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01F 7/02

【発明者】

【住所又は居所】 東京都日野市旭ヶ丘4丁目7番地の127 ジーイー横  
河メディカルシステム株式会社内

【氏名】 井上 勇二

【発明者】

【住所又は居所】 東京都日野市旭ヶ丘4丁目7番地の127 ジーイー横  
河メディカルシステム株式会社内

【氏名】 佐久間 正章

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区有楽町一丁目7番1号 電機資材株式会  
社内

【氏名】 長南 祐之

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区有楽町一丁目7番1号 電機資材株式会  
社内

【氏名】 迫 剛

【特許出願人】

【識別番号】 300019238

【氏名又は名称】 ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テク  
ノロジー・カンパニー・エルエルシー

【特許出願人】

【識別番号】 592165163

【氏名又は名称】 電機資材株式会社

**【代理人】****【識別番号】** 100095511**【弁理士】****【氏名又は名称】** 有近 紳志郎**【電話番号】** 03-5338-3501**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 002233**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 円形ポールピース、積層ブロックの製造方法およびMRI装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 MRI用磁気回路を構成する円形ポールピースであって、正六角形の軟磁性材料タイルを積層した積層ブロックを並べて全体として略円形とすることを特徴とする円形ポールピース。

【請求項2】 請求項1に記載の円形ポールピースにおいて、前記積層ブロックが、同一の正六角形の方向性電磁鋼板タイルを $60^\circ$ ずつ磁化容易軸の方向を変えながら積層して全体として無方向性にしたものであることを特徴とする円形ポールピース。

【請求項3】 請求項1に記載の円形ポールピースにおいて、前記積層ブロックが、同一の正六角形の方向性電磁鋼板タイルを $60^\circ$ ずつ磁化容易軸の方向を変えながら積層して全体として無方向性にすると共に磁化容易軸を有さない無方向性電磁鋼板タイルを混在させて積層したものであることを特徴とする円形ポールピース。

【請求項4】 請求項1に記載の円形ポールピースにおいて、前記積層ブロックが、磁化容易軸を有さない無方向性電磁鋼板タイルを積層したものであることを特徴とする円形ポールピース。

【請求項5】 請求項1から請求項4のいずれかに記載の円形ポールピースにおいて、前記軟磁性材料タイルの一辺が約 $2.5[\text{cm}]$ 以下であることを特徴とする円形ポールピース。

【請求項6】 磁化容易軸を有する方向性電磁鋼板を正六角形に型抜きして方向性電磁鋼板タイルを製作し、磁化容易軸を $60^\circ$ ずつ回転させて複数の前記方向性電磁鋼板タイルを積層して全体として無方向性にし、接着剤を用いて一体化、もしくはかしめ製法を用いて一体化、もしくはリベットまたはスクリューを用いて一体化することを特徴とする積層ブロックの製造方法。

【請求項7】 磁化容易軸を有する方向性電磁鋼板を正六角形に型抜きして方向性電磁鋼板タイルを製作すると共に磁化容易軸を有さない無方向性電磁鋼板を正六角形に型抜きして無方向性電磁鋼板タイルを製作し、磁化容易軸を $60^\circ$

ずつ回転させて複数の前記方向性電磁鋼板タイルを積層して全体として無方向性にすると共に前記無方向性電磁鋼板タイルを混在させて積層し、接着剤を用いて一体化、もしくはかしめ製法を用いて一体化、もしくはリベットまたはスクリューを用いて一体化することを特徴とする積層ブロックの製造方法。

【請求項 8】 磁化容易軸を有さない無方向性電磁鋼板を正六角形に型抜きして無方向性電磁鋼板タイルを製作し、複数の前記無方向性電磁鋼板タイルを積層し、接着剤を用いて一体化、もしくはかしめ製法を用いて一体化、もしくはリベットまたはスクリューを用いて一体化することを特徴とする積層ブロックの製造方法。

【請求項 9】 請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の円形ポールピースを具備することを特徴とする M R I 装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、M R I (Magnetic Resonance Imaging) 用磁気回路を構成する円形ポールピース、その円形ポールピースに用いる積層ブロックの製造方法、および、その円形ポールピースを用いた M R I 装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来、M R I 用磁気回路を構成する円形ポールピースは、四角形又は矩形の軟磁性材料タイルおよび縁部を充填するための異形の軟磁性材料タイルを積層した積層ブロックを並べて全体として略円形としたり（例えば、特許文献 1 の図 1 参照。）、台形又は環状扇形の軟磁性材料タイルを積層した積層ブロックを多重同心リング状に並べて全体として略円形としている（例えば、特許文献 1 の図 2 1 参照。）。

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 0 - 2 0 0 7 1 6 号公報

【 0 0 0 4 】

**【発明が解決しようとする課題】**

四角形又は矩形の軟磁性材料タイルおよび縁部を充填するための異形の軟磁性材料タイルを積層した積層ブロックを並べて全体として略円形とする場合、異形の軟磁性材料タイルを並べる必要があり、作業が繁雑になると共にコスト高になる問題点がある。

他方、台形又は環状扇形の軟磁性材料タイルを積層した積層ブロックを多重同心リング状に並べて全体として略円形とする場合、隣接するリングとリングの間または一つのリングを形成する積層ブロックの間に隙間が出来る問題点がある。また、隙間をなくそうとすると、サイズの異なる台形又は環状扇形の軟磁性材料タイルを並べる必要があり、作業が繁雑になると共にコスト高になる問題点がある。

そこで、本発明の目的は、作業を簡単化できると共にコストを低減でき、さらに隙間の出来ない円形ポールピース、その円形ポールピースに用いる積層ブロックの製造方法、および、その円形ポールピースを用いたMRI装置を提供することにある。

**【0005】****【課題を解決するための手段】**

第1の観点では、本発明は、MRI用磁気回路を構成する円形ポールピースであって、正六角形の軟磁性材料タイルを積層した積層ブロックを並べて全体として略円形とすることを特徴とする円形ポールピースを提供する。

上記第1の観点による円形ポールピースでは、軟磁性材料タイルを正六角形とするから、これを積層した積層ブロックを隙間なく略円形に並べることが出来る。そして、複数の異形の軟磁性材料タイルが不要であるから、作業を簡単化できると共にコストも低減できる。

**【0006】**

第2の観点では、本発明は、上記構成の円形ポールピースにおいて、前記積層ブロックが、同一の正六角形の方向性電磁鋼板タイルを60°ずつ磁化容易軸の方向を変えながら積層して全体として無方向性にしたものであることを特徴とする円形ポールピースを提供する。

上記第2の観点による円形ポールピースでは、高透磁率が得られる方向性電磁鋼板タイルを用いるから、残留磁化を小さく出来る。そして、 $60^\circ$  ずつ磁化容易軸の方向を変えながら方向性電磁鋼板タイルを積層して全体として無方向性にするから、外部磁場の方向（特に勾配磁場の方向）にかかわらず、外部磁場の切り換えに伴って発生する残留磁化を小さく出来る。

#### 【0007】

第3の観点では、本発明は、上記構成の円形ポールピースにおいて、前記積層ブロックが、同一の正六角形の方向性電磁鋼板タイルを $60^\circ$  ずつ磁化容易軸の方向を変えながら積層して全体として無方向性にすると共に磁化容易軸を有さない無方向性電磁鋼板タイルを混在させて積層したものであることを特徴とする円形ポールピースを提供する。

上記第3の観点による円形ポールピースでは、高透磁率が得られる方向性電磁鋼板タイルを用いるから、残留磁化を小さく出来る。そして、 $60^\circ$  ずつ磁化容易軸の方向を変えながら方向性電磁鋼板タイルを積層して全体として無方向性にするから、外部磁場の方向（特に勾配磁場の方向）にかかわらず、残留磁化を小さく出来る。さらに、方向性電磁鋼板タイルに比べて透磁率は低いが無方向性電磁鋼板タイルを混在させて積層する（積層ブロックの高さ調整のため）から、コストを低減できる。

#### 【0008】

第4の観点では、本発明は、上記構成の円形ポールピースにおいて、前記積層ブロックが、磁化容易軸を有さない無方向性電磁鋼板タイルを積層したものであることを特徴とする円形ポールピースを提供する。

上記第4の観点による円形ポールピースでは、安価な無方向性電磁鋼板タイルを用いるから、コストを低減できる。

#### 【0009】

第5の観点では、本発明は、上記構成の円形ポールピースにおいて、前記軟磁性材料タイルの一辺が約 $2.5\text{ [cm]}$ 以下であることを特徴とする円形ポールピースを提供する。

上記第5の観点による円形ポールピースでは、軟磁性材料タイルの最大径が約

5 [cm]以下になるから、勾配磁場による渦電流の影響を抑制できる点で有利となる。

#### 【0010】

第6の観点では、本発明は、磁化容易軸を有する方向性電磁鋼板を正六角形に型抜きして方向性電磁鋼板タイルを製作し、磁化容易軸を $60^\circ$ ずつ回転させて複数の前記方向性電磁鋼板タイルを積層して全体として無方向性にし、接着剤を用いて一体化、もしくははかしめ製法を用いて一体化、もしくはリベットまたはスクリューを用いて一体化することを特徴とする積層ブロックの製造方法を提供する。

上記第6の観点による円形ポールピースでは、上記第2の観点による円形ポールピースに用いる積層ブロックを好適に製造できる。

#### 【0011】

第7の観点では、本発明は、磁化容易軸を有する方向性電磁鋼板を正六角形に型抜きして方向性電磁鋼板タイルを製作すると共に磁化容易軸を有さない無方向性電磁鋼板を正六角形に型抜きして無方向性電磁鋼板タイルを製作し、磁化容易軸を $60^\circ$ ずつ回転させて複数の前記方向性電磁鋼板タイルを積層して全体として無方向性にすると共に前記無方向性電磁鋼板タイルを混在させて積層し、接着剤を用いて一体化、もしくははかしめ製法を用いて一体化、もしくはリベットまたはスクリューを用いて一体化することを特徴とする積層ブロックの製造方法を提供する。

上記第7の観点による円形ポールピースでは、上記第3の観点による円形ポールピースに用いる積層ブロックを好適に製造できる。

#### 【0012】

第8の観点では、本発明は、磁化容易軸を有さない無方向性電磁鋼板を正六角形に型抜きして無方向性電磁鋼板タイルを製作し、複数の前記無方向性電磁鋼板タイルを積層し、接着剤を用いて一体化、もしくははかしめ製法を用いて一体化、もしくはリベットまたはスクリューを用いて一体化することを特徴とする積層ブロックの製造方法を提供する。

上記第8の観点による円形ポールピースでは、上記第4の観点による円形ポー



ルピースに用いる積層ブロックを好適に製造できる。

#### 【0013】

第9の観点では、本発明は、上記構成の円形ポールピースを具備することを特徴とするMRI装置を提供する。

上記第9の観点によるMRI装置では、正六角形の軟磁性材料タイルを積層した積層ブロックを隙間なく略円形に並べることが出来る。そして、異形の軟磁性材料タイルが不要であるから、作業を簡単化できると共にコストも低減できる。

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図に示す実施形態により本発明をさらに詳細に説明する。なお、これにより本発明が限定されるものではない。

#### 【0015】

##### ー第1の実施形態ー

図1は、第1の実施形態に係る円形ポールピース100を示す平面図である。また、図2は、図1のA-A'断面図である。

この円形ポールピース100は、リング101と、リング101の内側に設置される炭素鋼製の円板状のベース102と、ベース102の中央部に略円形に並べて載置される中央部積層ブロック103aと、ベース102の周縁部に略ドーナツに並べて載置される周縁部積層ブロック103bとを具備している。

中央部積層ブロック103aの高さは例えば42[mm]であり、周縁部積層ブロック103bの高さは例えば36[mm]である。

なお、中央部積層ブロック103aと周縁部積層ブロック103bはいずれも正六角形の軟磁性材料タイルを積層した構造であるため、積層構造を説明するときは、両者を区別せず、単に積層ブロック103と呼ぶこととする。

#### 【0016】

図3は、積層ブロック103の積層構造の第1例を示す説明図である。

この積層ブロック103は、一辺の長さが2.5[cm]の正六角形の方向性電磁鋼板タイル60を60°ずつ磁化容易軸Axの方向を変えながら3枚積層することを繰り返して、全体として無方向性にしたものである。なお、一辺の長さを

2.5 [cm]以下としてもよい。

方向性電磁鋼板タイル60の厚さは例えば0.35 [mm]であるため、中央部積層ブロック103aでは120枚を積層し、周縁部積層ブロック103bでは102枚を積層している。

#### 【0017】

図4は、積層ブロック103の積層構造の第2例を示す説明図である。

この積層ブロック103は、一辺の長さが2.5 [cm]の正六角形の方向性電磁鋼板タイル60を60°ずつ磁化容易軸Axの方向を変えながら3枚積層し次いで同形状の無方向性電磁鋼板タイル61を1枚積層することを繰り返して、全体として無方向性にしたものである。

方向性電磁鋼板タイル60および無方向性電磁鋼板タイル61の厚さは例えば0.35 [mm]であるため、中央部積層ブロック103aでは82枚の方向性電磁鋼板タイル60と27枚の無方向性電磁鋼板タイル61を積層し、周縁部積層ブロック103bでは77枚の方向性電磁鋼板タイル60と25枚の無方向性電磁鋼板タイル61を積層している。

#### 【0018】

図5は、積層ブロック103の積層構造の第3例を示す説明図である。

この積層ブロック103は、一辺の長さが2.5 [cm]の正六角形の無方向性電磁鋼板タイル61を積層したものである。

無方向性電磁鋼板タイル61の厚さは例えば0.35 [mm]であるため、中央部積層ブロック103aでは120枚を積層し、周縁部積層ブロック103bでは102枚を積層している。

#### 【0019】

図3の積層構造の積層ブロック103は次のようにして製造する。

まず、図6に示すように、方向性磁性鋼板DSを金型で型抜きして多数の方向性電磁鋼板タイル60を作製する。なお、型抜き歪による磁気特性劣化が無視できない場合は、歪取焼鈍を行う。

次に、図3に示すように、方向性電磁鋼板タイル60を型内かしめ等により必要な枚数回転積層し、積層ブロック103を製造する。

そして、図7に示すように、積層ブロック103を接着剤液Lに浸漬した後、硬化させて一体化し、電磁力が働いてもばらけないようにする。

#### 【0020】

図4の積層構造の積層ブロック103は次のようにして製造する。

まず、図6に示すように、方向性磁性鋼板DSを金型で型抜きして多数の方向性電磁鋼板タイル60を作製する。なお、型抜き歪による磁気特性劣化が無視できない場合は、歪取焼鈍を行う。

次、図8に示すように、無方向性磁性鋼板NSを金型で型抜きして多数の無方向性電磁鋼板タイル61を作製する。

次に、図4に示すように、方向性電磁鋼板タイル60および無方向性電磁鋼板タイル61を必要な枚数回転積層し、積層ブロック103を製造する。

そして、図7に示すように、積層ブロック103を接着剤液Lに浸漬した後、硬化させて一体化する。

#### 【0021】

図5の積層構造の積層ブロック103は次のようにして製造する。

まず、図8に示すように、無方向性磁性鋼板NSを金型で型抜きして多数の無方向性電磁鋼板タイル61を作製する。

次に、図5に示すように、無方向性電磁鋼板タイル61を必要な枚数積層し、積層ブロック103を製造する。

そして、図7に示すように、積層ブロック103を接着剤液Lに浸漬した後、硬化させて一体化する。

#### 【0022】

上記円形ポールピース100によれば、異形の軟磁性材料タイルが不要であるから、作業を簡単化できると共にコストも低減できる。また、積層ブロック103を隙間なく略円形に並べることが出来る。さらに、積層ブロック103の最大長さが5[cm]であるため、勾配磁界による渦電流の影響を小さく出来る。

#### 【0023】

##### －第2の実施形態－

図9は、第2の実施形態にかかるMRI装置を示す要部断面図である。

このMRI装置400は、オープン型MRI装置であり、垂直方向に対向して設置されている永久磁石M、Mと、ベースヨークYB、YBと、支柱ヨークYP、YPと、円形ポールピース100、100とにより構成される磁気回路により、円形ポールピース100、100の間に、垂直方向の静磁場を発生させている。

#### 【0024】

—他の実施形態—

磁性鋼板の代わりに、珪素鋼板、フェライト、アモルファス軟磁性材等の軟磁性材料を用いてもよい。

#### 【0025】

##### 【発明の効果】

本発明の円形ポールピースおよびMRI装置によれば、異形の軟磁性材料タイルが不要であるから、作業を簡単化できると共にコストも低減できる。また、積層ブロックを隙間なく略円形に並べることが出来る。

また、本発明の積層ブロックの製造方法によれば、本発明の円形ポールピースに用いる積層ブロックを好適に製造できる。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

第1の実施形態に係る円形ポールピースを示す平面図である。

#### 【図2】

図1のA-A'断面図である。

#### 【図3】

第1の実施形態に係る積層ブロックの積層構造の第1例を示す斜視図である。

#### 【図4】

第1の実施形態に係る積層ブロックの積層構造の第2例を示す斜視図である。

#### 【図5】

第1の実施形態に係る積層ブロックの積層構造の第3例を示す斜視図である。

#### 【図6】

方向性電磁鋼板タイルの製作方法を示す説明図である。

**【図 7】**

積層ブロックの接着による一体化を示す説明図である。

**【図 8】**

無方向性電磁鋼板タイルの製作方法を示す説明図である。

**【図 9】**

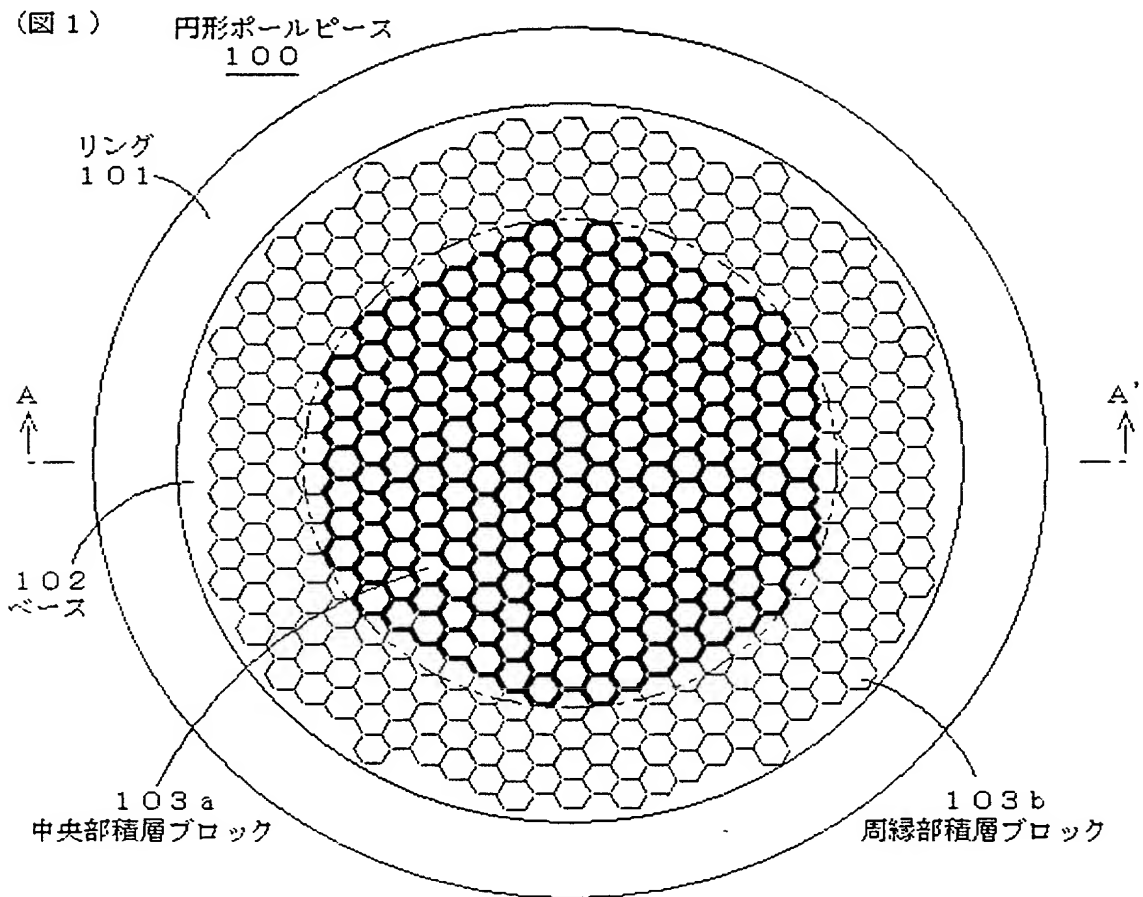
第 2 の実施形態に係る M R I 装置を示す要部正面図である。

**【符号の説明】**

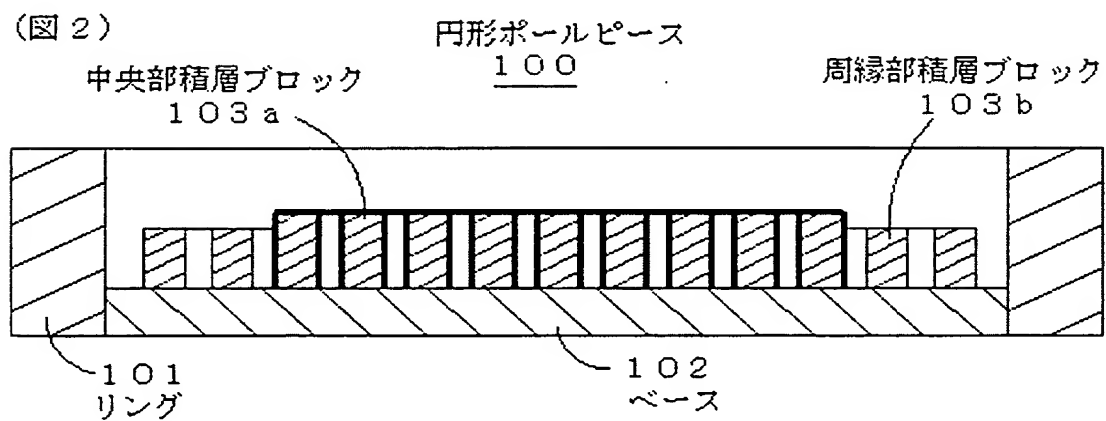
3 0 , 6 0	方向性電磁鋼板タイル
3 1 , 6 1	無方向性電磁鋼板タイル
1 0 0 , 2 0 0	円形ポールピース
1 0 3 , 2 0 3	積層ブロック
4 0 0	M R I 装置
A x	磁化容易軸

【書類名】 図面

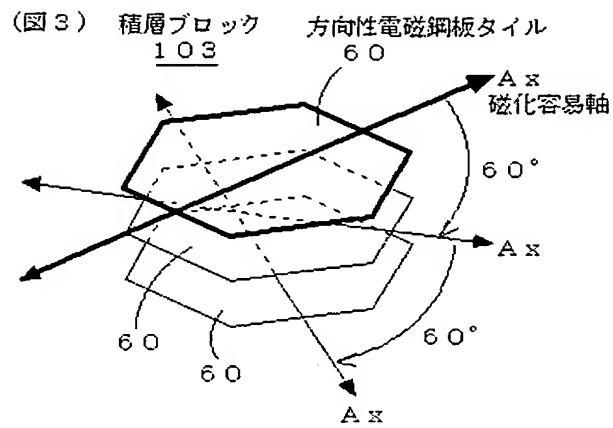
【図 1】



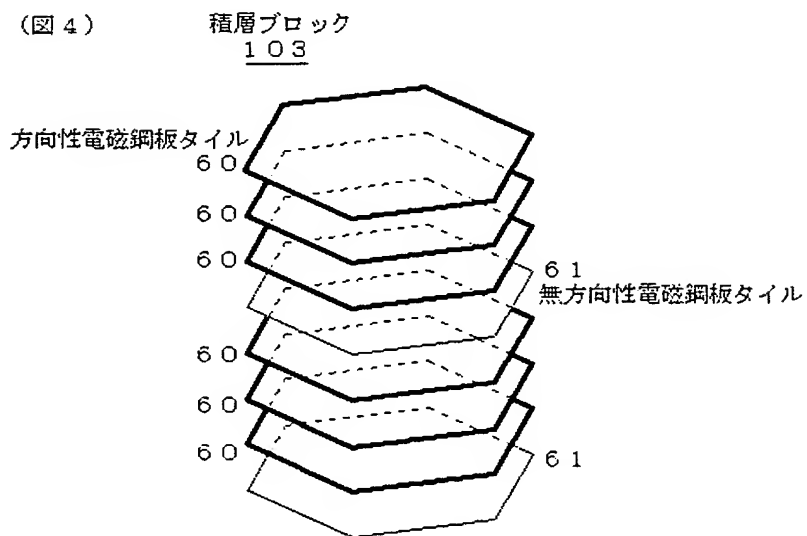
【図 2】



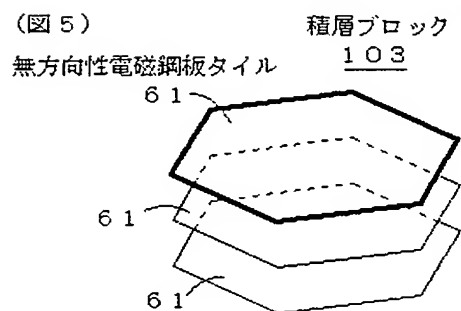
【図 3】



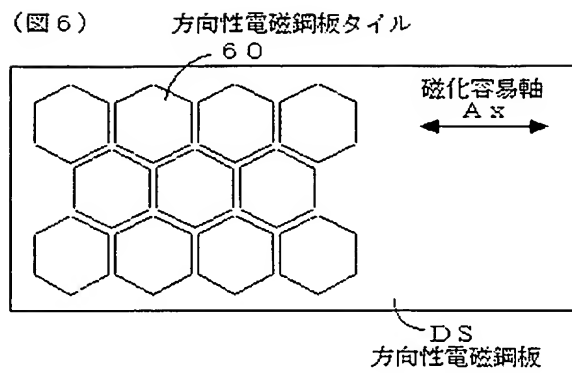
【圖 4】



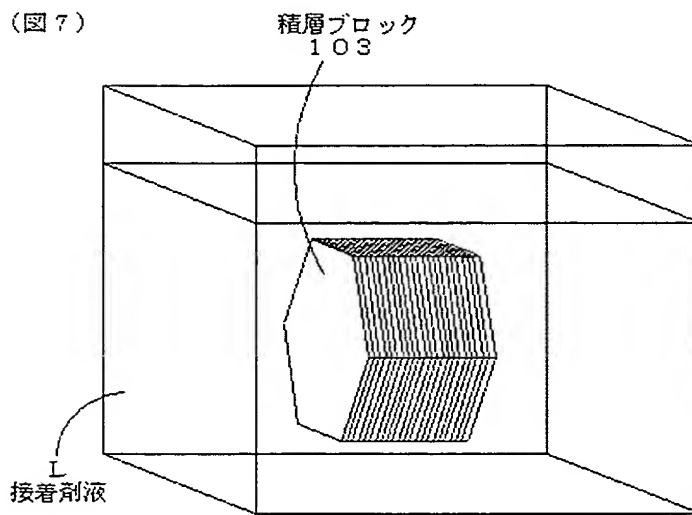
【圖 5】



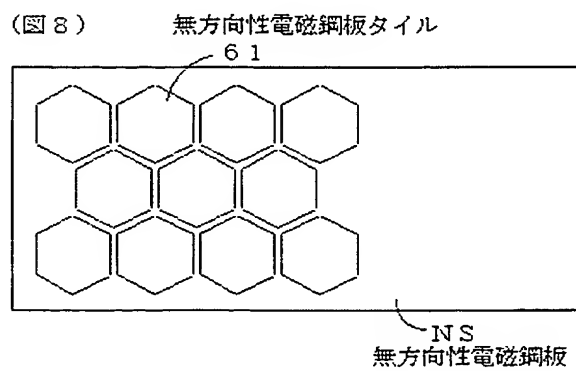
【図 6】



【図 7】



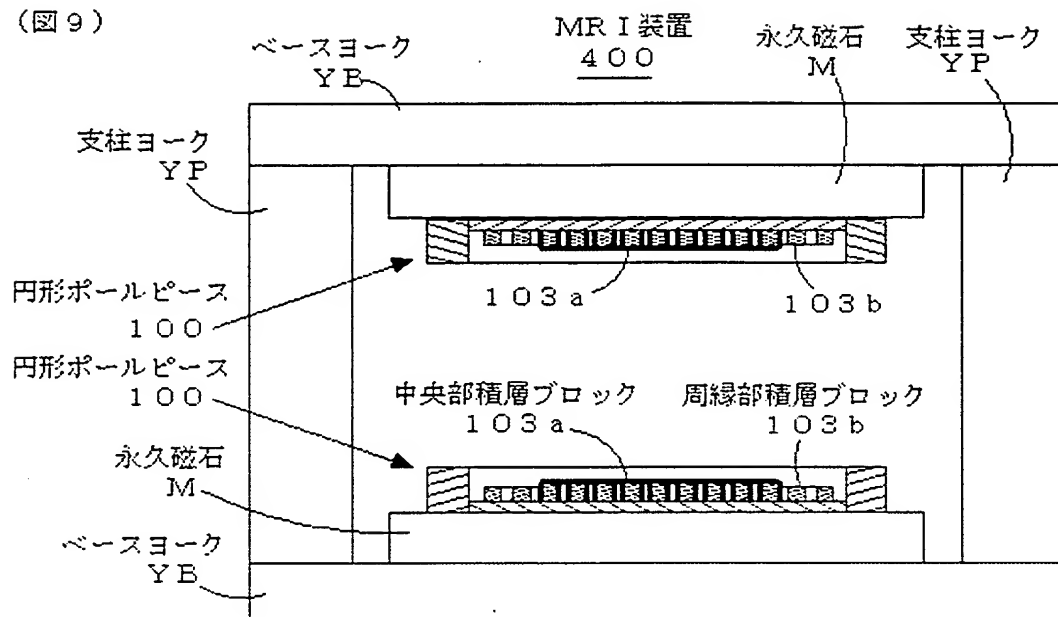
【図 8】





【図 9】

(図 9)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 作業を簡単化できると共にコストを低減でき、さらに隙間の出来ない円形ポールピースを提供する。

【解決手段】 正六角形の方向性電磁鋼板タイルを多数積層した積層ブロック 1 0 3 を円形に並べて円形ポールピースを構成する。

【効果】 異形の軟磁性材料タイルが不要であるから、作業を簡単化できると共にコストも低減できる。また、積層ブロックを隙間なく略円形に並べることが出来る。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 3 3 9 9 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 3 0 0 0 1 9 2 3 8 ]

1. 変更年月日 2 0 0 0 年 3 月 1 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・5 3 1 8 8 ・ワウケシャ  
・ノース・グランドヴュー・ブールバード・ダブリュー・7 1  
0 ・3 0 0 0  
氏 名 ジーイー・メディカル・システム・グローバル・テクノロジー  
・カンパニー・エルエルシー
  
2. 変更年月日 2 0 0 0 年 3 月 1 5 日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・5 3 1 8 8 ・ワウケシャ  
・ノース・グランドヴュー・ブールバード・ダブリュー・7 1  
0 ・3 0 0 0  
氏 名 ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー  
・カンパニー・エルエルシー



特願 2 0 0 3 - 0 3 3 9 9 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 5 9 2 1 6 5 1 6 3 ]

1. 変更年月日

1 9 9 2 年 7 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区有楽町一丁目 7 番 1 号

氏 名

電機資材株式会社